

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Marco GROENEWOUD, et al.

GAU: 2877

SERIAL NO: 09 986,595

EXAMINER:

FILED: November 9, 2001

FOR: METHOD FOR MEASURING THE SPIN IN AN OPTICAL FIBRE

JAN 28 2002

REQUEST FOR PRIORITY

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS  
WASHINGTON, D.C. 20231

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number [US App No], filed [US App Dt], is claimed pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §120**.
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §119(e)**.
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §119**, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
THE NETHERLANDS	1016586	November 10, 2000

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number .  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT IB 304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and  
(B) Application Serial No.(s)
  - ☐ are submitted herewith
  - ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Gregory J. Maier  
Registration No. 25,599

Surinder Sachar  
Registration No. 34,423



22850

KONINKRIJK DER



NEDERLANDEN

Bureau voor de Industriële Eigendom



Hierbij wordt verklaard, dat in Nederland op 10 november 2000 onder nummer 1016586,  
ten name van:

**PLASMA OPTICAL FIBRE B.V.**

te Eindhoven

een aanvraag om octrooi werd ingediend voor:

"Werkwijze voor het meten van de spin in een optische vezel",

en dat blijkens een bij het Bureau voor de Industriële Eigendom op 26 oktober 2001 onder  
nummer 39834 ingeschreven akte aanvraagster de uit deze octrooiaanvraag voortvloeiende  
rechten heeft overgedragen aan:

**DRAKA FIBRE TECHNOLOGY B.V.**

te Eindhoven

en dat de hieraan gehechte stukken overeenstemmen met de oorspronkelijk ingediende stukken.

Rijswijk, 6 december 2001.

De Directeur van het Bureau voor de Industriële Eigendom,  
voor deze,

A handwritten signature in black ink, appearing to be "N.A. Oudhof".

drs. N.A. Oudhof

U I T T R E K S E L

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het meten van de spin in een optische vezel door de optische vezel te bestralen met licht ter vorming van een interferentiepatroon, waarbij de ovaliteit van de optische vezel, resulterend in een continu veranderend referentiepatroon, wordt toegepast voor het vaststellen van de spin in de optische vezel.

Korte aanduiding: Werkwijze voor het meten van de spin in een optische vezel.

De onderhavige uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het meten van de spin in een optische vezel door een optische vezel te bestralen met licht ter vorming van een interferentiepatroon.

Een dergelijke werkwijze is op zich bekend uit het ten name van de onderhavige aanvragers verleende Europees octrooischrift 0 785 913. Volgens de daaruit bekende methode, zoals omschreven in uitvoeringsvorm 4, wordt het uitwendige oppervlak van de voorvorm, waaruit de vezel wordt getrokken, voorzien van een inkeping die zich in wezen parallel uitstrekt over de longitudinale as van de voorvorm. Vervolgens wordt een te onderzoeken optische vezel uit dit van een inkeping voorziene deel van de voorvorm getrokken door de voorvorm te verwarmen boven de verwekingstemperatuur hiervan. Doordat gedurende dit trekproces aan de vezel een rotatie wordt verschaft, zal de inkeping met het vezelmateriaal mee roteren wanneer de vezel van spin wordt voorzien. Indien een dergelijke, te onderzoeken optische vezel van de beschermende deklaag hiervan chemisch wordt ontdaan en vervolgens loodrecht belicht met een laserbron, bijvoorbeeld een HeNe-laser, vormt het laserlicht een diffractiepatroon op een achter het bestraalde deel van de vezel aangebracht scherm. De aanwezigheid van laterale asymmetrie, te weten de inkeping die ook in de op deze wijze vervaardigde optische vezel aanwezig is, produceert een karakteristiek diffractiepatroon met een duidelijk visueel waarneembaar intensiteitsmaximum. Dit intensiteitsmaximum ondergaat een zichtbare verschuiving wanneer de vezel handmatig langzaam rond de longitudinale as hiervan wordt geroteerd. Door de laserbron langzaam over een bepaalde lengte van de vezel te verplaatsen en vervolgens de hoek waarover de vezel met de hand moet worden geroteerd te monitoren om aldus het diffractiepatroon constant te houden, kunnen de spin-amplitude, te weten de maximum spinhoek die aan de vezel is verleend, en de zogenaamde spatiale periode worden gemeten. Aldus kan aan de hand van het interferentie- of diffractiepatroon het aantal rotaties per lengte-eenheid van de optische vezel worden bepaald. Een dergelijke methode is in de praktijk arbeids- en tijdsintensief. Bovendien moet een dergelijke methode voor

elke trektoren afzonderlijk worden uitgevoerd omdat elke trektoren specifieke karakteristieke procesparameters bezit. Een ander nadeel is dat een dergelijke meting niet gedurende het actuele trekproces wordt uitgevoerd zodat voor eventuele ongewenste afwijkingen in de spin van de optische vezel niet direct kan worden gecorrigeerd.

De term Polarisation Mode Dispersion (PMD) heeft betrekking op de dispersie van een signaal dat propageert door een optische vezel, in het bijzonder een zogenaamde single mode vezel, als resultaat van dubbele breking in het kerndeel van de optische vezel. Deze dubbele breking wordt in het algemeen veroorzaakt door onvolkomenheden in de vezel, zoals een zogenaamde ovaliteit, of niet-rondheid, van het kerndwarsdoorsnedeel hiervan, door asymmetrische laterale spanning en dergelijke. In een single mode vezel kan het licht propageren in twee haaks op elkaar staande modi (twee polarisatierichtingen). Indien de kern van de vezel de hiervoor genoemde tekortkomingen bezit, zal een van de modi sneller door de vezel gaan dan de andere. Hierdoor ontstaat een looptijdverschil waardoor dispersie optreedt. De waarde van de PMD geeft het looptijdverschil aan tussen de beide polarisatierichtingen. In het algemeen geldt dat hoe groter de PMD-waarde is, hoe slechter de vezel is. Het is aldus gewenst om de PMD-waarde te verbeteren door bijvoorbeeld de nog enigszins plastische vezel, wanneer deze uit de verhitte voorvorm wordt getrokken, te roteren zodat een spin in de vezel, wanneer deze afkoelt, wordt "bevroren". De resulterende spanning in de vezel zorgt voor een continue mode-koppeling tussen de orthogonale polarisatiemodi van een ingekoppeld signaal waardoor de accumulatie van een significante fase-vertraging tussen de twee modi wordt onderdrukt, hetgeen aldus een significante verlaging in de PMD-waarde van de vezel veroorzaakt.

Uit de praktijk is gebleken dat de PMD-waarde van een optische vezel op sommige posities in de optische vezel te hoog is. Uit analyse van dit probleem is gebleken dat de totale PMD-waarde, die is gemeten over de totale vezellengte, weliswaar aan de gewenste lage waarde voldoet maar dat het in korte lengtes knippen van de vezel ertoe heeft geleid dat in de aldus gevormde afzonderlijke delen de PMD-waarde buiten de gewenste specificatie ligt. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de effecten die tot een hogere PMD-waarde leiden mogelijk kunnen worden uitgemiddeld wanneer de lengte van de optische vezel toeneemt.

Het is aldus gewenst een methode te ontwikkelen die de spin in een optische vezel continu meet zodat de PMD-waarde in de optische vezel voor elke willekeurige lengte van de vezel binnen de vereiste specificatie valt. Bovendien is het gewenst een methode voor het meten van de spin in de optische vezel te ontwikkelen waarbij de methode geen zogenaamde proefrun op een trektoren vereist maar direct in elke willekeurige trektoren kan worden toegepast.

De werkwijze zoals vermeld in de aanhef wordt volgens de onderhavige uitvinding gekenmerkt doordat de ovaliteit van de optische vezel, resulterend in een continu veranderend interferentiepatroon, wordt toegepast voor het vaststellen van de spin in de optische vezel.

Doordat de optische vezel een inherent geringe ovaliteit of niet-rondheid bezit, zal de in de optische vezel aangebrachte rotatie of spin leiden tot een continue diameterverandering bij een interferometrische meetmethode, waarbij de te meten vezel continu wordt bestraald met licht ter verkrijging van het interferentiepatroon. Deze optische techniek omvat het loodrecht op de verplaatsingsrichting van de vezel bestralen van de vezel waarbij een interferentiepatroon ontstaat door de superpositie van licht gereflecteerd door het vezeloppervlak en licht dat door het vezellichaam wordt afgebogen. Het interferentiepatroon zal in feite een functie zijn van de golflengte van het invallende licht en van de brekingsindexwaarden en de diameters van zowel de vezelkern als -mantel. Het verdient de voorkeur dat de verschuiving van het interferentiepatroon in de onderhavige werkwijze bij voorkeur wordt gemeten in het gebied onder een hoek van  $48^\circ$  tot  $72^\circ$  met de invallende lichtbundel. Deze verschuiving kan zonder gecompliceerde berekeningen, zoals noodzakelijk in het Amerikaans octrooischrift 5.309.221, als het ware real time worden gevolgd. Door nu gebruik te maken van deze real time informatie, die beschikbaar is bij het meten van de verschuivingen in het interferentiepatroon, kan zelfs bij hoge verplaatsingssnelheden van de optische vezel worden vastgesteld hoeveel rotaties, of spin zich in de optische vezel bevinden.

De in de onderhavige uitvinding toegepaste term "spin" heeft betrekking op de rotaties of draaiingen die in de optische vezel zijn aangebracht. In de onderhavige beschrijvingsinleiding kunnen deze termen onderling worden uitgewisseld.

Hoewel uit het hiervoor reeds genoemde Amerikaans octrooischrift 5.309.221 een methode voor het meten van de diameter van een transparant filament onder toepassing van een interferentiepatroon bekend is, kan worden geconstateerd dat de daaruit bekende methode bij hoge doorvoersnelheden van de optische vezel ongeschikt is. Dit wordt veroorzaakt doordat het waargenomen interferentiepatroon een aantal mathematische berekeningen ondergaat waardoor de responsietijd van een dergelijke meting relatief traag is en derhalve ongeschikt is voor hoge doorvoersnelheden.

Het verdient met name de voorkeur dat het interferentiepatroon wordt gemeten gedurende het trekproces ter vervaardiging van de optische vezel uit de gesmolten voorvorm, in het bijzonder bij een treksnelheid  $> 10$  m/s.

Doordat de commerciële trektorens bij treksnelheden  $> 10$  m/s werken, moet bij dergelijke snelheden nauwkeurige informatie worden verkregen over de in de optische vezel aangebrachte hoeveelheid rotaties. Zoals hiervoor is beschreven, wordt ter verkrijging van de spin in een optische vezel een orgaan voor het in de optische vezel aanbrengen van de spin toegepast. In de praktijk wordt een dergelijk orgaan op een bepaalde waarde ingesteld waarbij deze waarde een maat is voor de gewenste spin in de optische vezel. Doordat het trekproces aan een groot aantal procesparameters onderhevig is, zoals temperatuur van de oven, gassnelheden in de oven, snelheid van afkoelen van de optische vezel, instelling van geleidewielen en dergelijke, zal de mate van spin in de optische vezel aan veranderingen onderhevig zijn. Het is volgens de onderhavige werkwijze aldus mogelijk dat de uit het continu veranderende interferentiepatroon gemeten spin wordt gerelateerd aan het functioneren van het orgaan dat wordt toegepast voor het in de optische vezel aanbrengen van de spin.

Het orgaan voor het in de vezel aanbrengen van de spin is bij voorkeur stroomafwaarts gelegen ten opzichte van het orgaan dat continu het interferentiepatroon van de optische vezel meet. Aldus wordt de in de optische vezel "bevroren" spin direct gemeten en kan een eventuele correctie direct worden overgebracht naar het stroomafwaarts gelegen orgaan dat de vezel continu van spin voorziet.

Het verdient met name de voorkeur dat de werkwijze de volgende stappen omvat:

i) het instellen van het orgaan voor het in de optische vezel aanbrengen van een spin op een instelwaarde,

ii) het op basis van het gemeten interferentiepatroon berekenen van een meetwaarde die de hoeveelheid spin in de optische vezel weergeeft, en

iii) het vergelijken van de instelwaarde van i) met de meetwaarde van ii) en het, indien nodig, aanpassen van de instelwaarde totdat de gewenste spin in de optische vezel wordt bereikt.

Het verdient met name de voorkeur dat als orgaan voor het in de optische vezel aanbrengen van een spin twee paar wielen omvat die in tegenovergestelde richting rond de twee verschillende rotatieassen draaien, tussen welke wielen de optische vezel wordt geleid waardoor aldus een spin aan de optische vezel wordt verschaft. De wielen worden naar voren en naar achteren ten opzichte van elkaar verplaatst in een richting die in wezen loodrecht op de optische vezel staat om aldus de optische vezel tussen de wieloppervlakken afwisselend linksom en rechtsom te rollen. Het verdient met name de voorkeur dat de heen en weer gaande beweging van de wielen uniform periodiek is, zodat een zeer significante PMD-reductie tot stand wordt gebracht.

De onderhavige uitvinding zal hierna aan de hand van een voorbeeld worden toegelicht waarbij in de bijgevoegde figuur het signaal van het interferentiepatroon is weergegeven.

Het in de bijgevoegde figuur weergegeven referentiesignaal is verkregen door de optische vezel loodrecht op de verplaatsingsrichting hiervan te bestralen met licht. Als orgaan voor het in de optische vezel aanbrengen van de spin wordt het hiervoor, uit twee paar wielen bestaande orgaan toegepast. Uit deze figuur is waarneembaar dat het interferentiesignaal periodiek wordt onderbroken, aangegeven met afstand A. Deze onderbreking is het gevolg van het keren van de wielen van het hiervoor genoemde orgaan. Op de x-as in het aantal milliseconden per divisie weergegeven. Op basis hiervan is de tijd te berekenen die nodig is voor het keren van de wielen van het orgaan voor het in de optische vezel aanbrengen van de spin. In de bijgevoegde figuur is ook een afstand B schematisch aangegeven, binnen welke afstand B twee naar beneden gerichte pieken liggen. Deze twee pieken stellen een volledige rotatie van de optische vezel voor. Aldus is binnen één slag van de wielen het aantal



rotaties van de optische vezel te berekenen. Uit deze figuur is bovendien meetbaar hoeveel rotaties van de optische vezel worden aangeboden aan de oven waar door middel van plastische deformatie het trekken van de optische vezel uit de tot de verwekingstemperatuur verhitte voorvorm plaatsvindt.

- 5 Aldus kan deze waarde worden vergeleken met het aantal rotaties dat daadwerkelijk in de vezel wordt vastgelegd. In de figuur is tevens een afstand C aangegeven, deze afstand C, ook wel amplitude genaamd, is afhankelijk van de onrondheid of ovaliteit van de mantel van de voorvorm. Uit de hiervoor weergegeven figuur kan het aantal werkelijke rotaties dat
- 10 door het orgaan voor het in de optische vezel aanbrengen van de spin wordt gegenereerd, worden bepaald door middel van het gemeten interferentie-sig-naal. Van deze gegenereerde rotaties wordt slechts een gedeelte in de optische vezel bevroren. Omdat het aantal gegenereerde rotaties niet gelijk is aan het aantal rotaties vastgelegd in de vezel, is een zogenaamde
- 15 rendementconstante, RC, te definiëren, waarbij geldt dat:

$$\text{Aantal gegenereerde rotaties} \cdot \text{RC} = \text{Aantal rotaties vastgelegd in de optische vezel}$$

- 20 Met behulp van de hiervoor genoemde formule is voor elke trektoren een eenvoudige terugkoppeling mogelijk tussen de uit het continu veranderende interferentiepatroon gemeten spin en het functioneren van het orgaan dat wordt toegepast voor het in de optische vezel aanbrengen van de spin.

## Conclusies.

1.                   Werkwijze voor het meten van de spin in een optische vezel door de optische vezel te bestralen met licht ter vorming van een interferentiepatroon, met het kenmerk, dat de ovaliteit van de optische vezel, resulterend in een continu veranderend interferentiepatroon, wordt toegepast voor het vaststellen van de spin in de optische vezel.
2.                   Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het interferentiepatroon het gebied tussen  $48^{\circ}$ - $72^{\circ}$  omvat, welk gebied wordt verkregen door de optische vezel loodrecht met licht te bestralen.
3.                   Werkwijze volgens conclusies 1-2, met het kenmerk, dat het interferentiepatroon wordt gemeten gedurende het trekproces ter vervaardiging van de optische vezel uit een gesmolten voorvorm, in het bijzonder bij een treksnelheid  $> 10$  m/s.
4.                   Werkwijze volgens conclusies 1-3, met het kenmerk, dat de uit het continu veranderende interferentiepatroon gemeten spin wordt gerelateerd aan het functioneren van het orgaan dat wordt toegepast voor het in de optische vezel aanbrengen van de spin.
5.                   Werkwijze volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat het orgaan voor het in de vezel aanbrengen van de spin stroomafwaarts is gelegen ten opzichte van het orgaan dat continu het interferentiepatroon van de optische vezel meet.
6.                   Werkwijze volgens conclusies 4-5, met het kenmerk, dat de werkwijze de volgende stappen omvat:
  - i) het instellen van het orgaan voor het in de optische vezel aanbrengen van een spin op een instelwaarde,
  - ii) het op basis van het gemeten interferentiepatroon berekenen van een meetwaarde die de hoeveelheid spin in de optische vezel weergeeft, en
  - iii) het vergelijken van de instelwaarde van i) met de meetwaarde van ii) en het, indien nodig, aanpassen van de instelwaarde totdat de gewenste spin in de optische vezel wordt bereikt.
7.                   Werkwijze volgens conclusies 4-6, met het kenmerk, dat als orgaan voor het in de optische vezel aanbrengen van de spin een orgaan wordt toegepast, omvattende twee paar wielen die in tegenovergestelde richting rond twee verschillende rotatieassen draaien, tussen welke wielen

de optische vezel wordt geleid waardoor aldus een spin aan de optische vezel wordt verschaft, waarbij de wielen naar voren en naar achteren ten opzichte van elkaar worden verplaatst in een richting die in wezen loodrecht op de optische vezel staat om aldus de optische vezel tussen  
5 de wieloppervlakken afwisselend linksom en rechtsom te rollen.

